

全国计算机技术与软件专业技术资格（水平）考试指定用书

嵌入式系统设计师考试大纲

2019年审定通过

全国计算机专业技术资格考试办公室 编

清华大学出版社

全国计算机技术与软件专业技术资格（水平）考试指定用书

嵌入式系统设计师考试大纲

全国计算机专业技术资格考试办公室　编

清华大学出版社
北　京

内 容 简 介

本书是全国计算机专业技术资格考试办公室组织编写的嵌入式系统设计师考试大纲，本书除大纲内容外，还包括了人力资源和社会保障部、工业和信息化部的有关文件以及考试简介。

嵌入式系统设计师考试大纲是针对本考试的计算机应用技术中级资格制定的。通过本考试的考生，可被用人单位择优聘任为工程师。

图书在版编目(CIP)数据

嵌入式系统设计师考试大纲 / 全国计算机专业技术资格考试办公室编. —北京：清华大学出版社，2019

全国计算机技术与软件专业技术资格（水平）考试指定用书

ISBN 978-7-302-53682-6

Ⅰ. ①嵌…　Ⅱ. ①全…　Ⅲ. ①微型计算机－系统设计－资格考试－考试大纲　Ⅳ. ①TP360.21-41

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2019）第 178370 号

责任编辑：杨如林
封面设计：何凤霞
责任校对：徐俊伟
责任印制：宋　林

出版发行：清华大学出版社
网　　址：http://www.tup.com.cn, http://www.wqbook.com
地　　址：北京清华大学学研大厦 A 座　　　邮　　编：100084
社 总 机：010-62770175　　　邮　　购：010-62786544
投稿与读者服务：010-62776969，c-service@tup.tsinghua.edu.cn
质量反馈：010-62772015，zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn
印 装 者：北京国马印刷厂
经　　销：全国新华书店
开　　本：130mm×185mm　　印　张：1.75　　字　数：43 千字
版　　次：2019 年 12 月第 1 版　　印　次：2019 年 12 月第 1 次印刷
定　　价：15.00 元

产品编号：084061-01

前　　言

全国计算机技术与软件专业技术资格（水平）考试（以下简称“计算机软件考试”）是由人力资源和社会保障部、工业和信息化部领导下的专业技术资格考试，属于国家职业资格考试。人事部、信息产业部联合颁发的国人部发〔2003〕39 号文件规定了这种考试的政策。计算机软件考试包括了计算机软件、计算机网络、计算机应用、信息系统、信息服务等领域初级资格（技术员/助理工程师）、中级资格（工程师）、高级资格（高级工程师）的 27 种职业岗位。根据信息技术人才年轻化的特点和要求，报考这种资格考试不限学历与资历条件，以不拘一格选拔人才。现在，软件设计师、程序员、网络工程师、数据库系统工程师、系统分析师考试标准已经实现了中国与日本互认，程序员和软件设计师考试标准已经实现了中国和韩国互认。

各种资格的考试大纲（考试标准）体现了相应职业岗位对知识与能力的要求。这些要求是由全国计算机专业技术资格考试办公室组织了全国相关企业、研究所、高校等许多专家，调研了很多相关企业的相应职业岗位，参考了先进国家的有关考试标准，逐步提炼，反复讨论形成的。一般的做法是先确定相应职业岗位的工作流程，对每个工作阶段又划分多个关键性活动，对每项活动再列出所需的知识以及所需的能力要求，最后，汇总这些知识要求与能力要求，形成考试大纲。初级与中级资格考试一般包括基础知识与应用技术两大科目；高级资格考试一般包括综合知识、案例分析与论文

三大科目。

正由于考试大纲来源于职业岗位的要求，是考试命题的依据，因此，这种考试已成为衡量考生是否具有职业岗位要求的一个检验标准，受到社会上各用人单位的广泛欢迎。20多年的考试历史也证明，这种考试已经成为我国著名的 IT 考试品牌，大批合格人员得到了升职聘用，对国家信息化发挥了重要的作用。这就是广大在职人员以及希望从事相关专业工作的学生积极报考的原因。

计算机软件考试的其他有关信息见网站 www.ruankao.org.cn 中的资格考试栏目。

编　者

2019 年 10 月

人事部
信息产业部 文件

国人部发〔2003〕39号

关于印发《计算机技术与软件专业技术资格（水平）考试暂行规定》和《计算机技术与软件专业技术资格（水平）考试实施办法》的通知

各省、自治区、直辖市人事厅（局）、信息产业厅（局），国务院各部委、各直属机构人事部门，中央管理的企业：

为适应国家信息化建设的需要，规范计算机技术与软件专业人才评价工作，促进计算机技术与软件专业人才队伍建设，人事部、信息产业部在总结计算机软件专业资格和水平考试实施情况的基础上，重新修订了计算机软件专业资格和水平考试有关规定。现将《计算机技术与软件专业技术资格（水平）考试暂行规定》和《计算机技术与软件专业技术资格（水平）考试实施办法》

印发给你们，请遵照执行。

自 2004 年 1 月 1 日起，人事部、原国务院电子信息系统推广应用办公室发布的《关于印发〈中国计算机软件专业技术资格和水平考试暂行规定〉的通知》（人职发〔1991〕6 号）和人事部《关于非在职人员计算机软件专业技术资格证书发放问题的通知》（人职发〔1994〕9 号）即行废止。

中华人民共和国　　　　中华人民共和国
人　　事　　部　　　　信 息 产 业 部

二〇〇三年十月十八日

计算机技术与软件专业技术资格（水平）考试暂行规定

第一条 为适应国家信息化建设的需要，加强计算机技术与软件专业人才队伍建设，促进我国计算机应用技术和软件产业的发展，根据国务院《振兴软件产业行动纲要》以及国家职业资格证书制度的有关规定，制定本规定。

第二条 本规定适用于社会各界从事计算机应用技术、软件、网络、信息系统和信息服务等专业技术工作的人员。

第三条 计算机技术与软件专业技术资格（水平）考试（以下简称计算机专业技术资格（水平）考试），纳入全国专业技术人员职业资格证书制度统一规划。

第四条 计算机专业技术资格（水平）考试工作由人事部、信息产业部共同负责，实行全国统一大纲、统一试题、统一标准、统一证书的考试办法。

第五条 人事部、信息产业部根据国家信息化建设和信息产业市场需求，设置并确定计算机专业技术资格（水平）考试专业类别和资格名称。

计算机专业技术资格（水平）考试级别设置：初级资格、中级资格和高级资格3个层次。

第六条 信息产业部负责组织专家拟订考试科目、考试大纲和命题，研究建立考试试题库，组织实施考试工作和统筹规划培训等有关工作。

第七条 人事部负责组织专家审定考试科目、考试大纲和试题，会同信息产业部对考试进行指导、监督、检查，确定合格标准。

第八条 凡遵守中华人民共和国宪法和各项法律，恪守职业道德，具有一定计算机技术应用能力的人员，均可根据本人情况，报名参加相应专业类别、级别的考试。

第九条 计算机专业技术资格(水平)考试合格者，由各省、自治区、直辖市人事部门颁发人事部统一印制，人事部、信息产业部共同用印的《中华人民共和国计算机专业技术资格（水平）证书》。该证书在全国范围有效。

第十条 通过考试并获得相应级别计算机专业技术资格（水平）证书的人员，表明其已具备从事相应专业岗位工作的水平和能力，用人单位可根据《工程技术人员职务试行条例》有关规定和工作需要，从获得计算机专业技术资格（水平）证书的人员中择优聘任相应专业技术职务。

取得初级资格可聘任技术员或助理工程师职务；取

得中级资格可聘任工程师职务；取得高级资格可聘任高级工程师职务。

第十一条 计算机专业技术资格（水平）实施全国统一考试后，不再进行计算机技术与软件相应专业和级别的专业技术职务任职资格评审工作。

第十二条 计算机专业技术资格（水平）证书实行定期登记制度，每 3 年登记一次。有效期满前，持证者应按有关规定到信息产业部指定的机构办理登记手续。

第十三条 申请登记的人员应具备下列条件：

（一）取得计算机专业技术资格（水平）证书；

（二）职业行为良好，无犯罪记录；

（三）身体健康，能坚持本专业岗位工作；

（四）所在单位考核合格。

再次登记的人员，还应提供接受继续教育或参加业务技术培训的证明。

第十四条 对考试作弊或利用其他手段骗取《中华人民共和国计算机专业技术资格（水平）证书》的人员，一经发现，即行取消其资格，并由发证机关收回证书。

第十五条 获准在中华人民共和国境内就业的外籍人员及港、澳、台地区的专业技术人员，可按照国家有关政策规定和程序，申请参加考试和办理登记。

第十六条 在本规定施行日前，按照《中国计算机软件专业技术资格和水平考试暂行规定》（人职发〔1991〕6 号）参加考试并获得人事部印制、人事部和

信息产业部共同用印的《中华人民共和国专业技术资格证书》（计算机软件初级程序员、程序员、高级程序员资格）和原中国计算机软件专业技术资格（水平）考试委员会统一印制的《计算机软件专业水平证书》的人员，其资格证书和水平证书继续有效。

第十七条 本规定自 2004 年 1 月 1 日起施行。

计算机技术与软件专业技术资格（水平）考试实施办法

第一条 计算机技术与软件专业技术资格（水平）考试（以下简称计算机专业技术资格（水平）考试）在人事部、信息产业部的领导下进行，两部门共同成立计算机专业技术资格（水平）考试办公室（设在信息产业部），负责计算机专业技术资格（水平）考试实施和日常管理工作。

第二条 信息产业部组织成立计算机专业技术资格（水平）考试专家委员会，负责考试大纲的编写、命题、建立考试试题库。

具体考务工作由信息产业部电子教育中心（原中国计算机软件考试中心）负责。各地考试工作由当地人事行政部门和信息产业行政部门共同组织实施，具体职责分工由各地协商确定。

第三条 计算机专业技术资格（水平）考试原则上每年组织两次，在每年第二季度和第四季度举行。

第四条 根据《计算机技术与软件专业技术资格（水平）考试暂行规定》（以下简称《暂行规定》）第五

条规定，计算机专业技术资格（水平）考试划分为计算机软件、计算机网络、计算机应用技术、信息系统和信息服务5个专业类别，并在各专业类别中分设了高、中、初级专业资格考试，详见《计算机技术与软件专业技术资格（水平）考试专业类别、资格名称和级别层次对应表》（附后）。人事部、信息产业部将根据发展需要适时调整专业类别和资格名称。

考生可根据本人情况选择相应专业类别、级别的专业资格（水平）参加考试。

第五条 高级资格设：综合知识、案例分析和论文3个科目；中级、初级资格均设：基础知识和应用技术2个科目。

第六条 各级别考试均分2个半天进行。

高级资格综合知识科目考试时间为2.5小时，案例分析科目考试时间为1.5小时、论文科目考试时间为2小时。

初级和中级资格各科目考试时间均为2.5小时。

第七条 计算机专业技术资格（水平）考试根据各级别、各专业特点，采取纸笔、上机或网络等方式进行。

第八条 符合《暂行规定》第八条规定的人员，由本人提出申请，按规定携带身份证明到当地考试管理机构报名，领取准考证。凭准考证、身份证明在指定的时间、地点参加考试。

第九条 考点原则上设在地市级以上城市的大、中

专院校或高考定点学校。

中央和国务院各部门所属单位的人员参加考试，实行属地化管理原则。

第十条 坚持考试与培训分开的原则，凡参与考试工作的人员，不得参加考试及与考试有关的培训。

应考人员参加培训坚持自愿的原则。

第十一条 计算机专业技术资格（水平）考试大纲由信息产业部编写和发行。任何单位和个人不得盗用信息产业部名义编写、出版各种考试用书和复习资料。

第十二条 为保证培训工作健康有序进行，由信息产业部统筹规划培训工作。承担计算机专业技术资格（水平）考试培训的机构，应具备师资、场地、设备等条件。

第十三条 计算机专业技术资格（水平）考试、登记、培训及有关项目的收费标准，须经当地价格行政部门核准，并向社会公布，接受群众监督。

第十四条 考务管理工作要严格执行考务工作的有关规章和制度，切实做好试卷的命制、印刷、发送和保管过程中的保密工作，遵守保密制度，严防泄密。

第十五条 加强对考试工作的组织管理，认真执行考试回避制度，严肃考试工作纪律和考场纪律。对弄虚作假等违反考试有关规定者，要依法处理，并追究当事人和有关领导的责任。

附表（已按国人厅发〔2007〕139号文件更新）

计算机技术与软件专业技术资格（水平）考试专业类别、资格名称和级别对应表

专业类别 / 资格名称 / 级别层次	计算机软件	计算机网络	计算机应用技术	信息系统	信息服务
高级资格	· 信息系统项目管理师 · 系统分析师 · 系统架构设计师 · 网络规划设计师 · 系统规划与管理师				
中级资格	· 软件评测师 · 软件设计师 · 软件过程能力评估师	· 网络工程师	· 多媒体应用设计师 · 嵌入式系统设计师 · 计算机辅助设计师 · 电子商务设计师	· 系统集成项目管理工程师 · 信息系统监理师 · 信息安全工程师 · 数据库系统工程师 · 信息系统管理工程师	· 计算机硬件工程师 · 信息技术支持工程师
初级资格	· 程序员	· 网络管理员	· 多媒体应用制作技术员 · 电子商务技术员	· 信息系统运行管理员	· 网页制作员 · 信息处理技术员

主题词：专业技术人员 考试 规定 办法 通知

抄送：党中央各部门、全国人大常委会办公厅、全国政协办公厅、国务院办公厅、高法院、高检院、解放军各总部。

人事部办公厅　　　　　　　　　　2003年10月27日印发

全国计算机软件考试办公室文件

软考办〔2005〕1号

关于中日信息技术考试标准互认有关事宜的通知

各地计算机软件考试实施管理机构:

为进一步加强我国信息技术人才培养和选拔的标准化，促进国际间信息技术人才的流动，推动中日两国信息技术的交流与合作，信息产业部电子教育中心与日本信息处理技术人员考试中心，分别受信息产业部、人事部和日本经济产业省委托，就中国计算机技术与软件专业技术资格（水平）考试与日本信息处理技术人员考试（以下简称中日信息技术考试）的考试标准，于2005年3月3日再次签署了《关于中日信息技术考试标准互认的协议》，在2002年签署的互认协议的基础上增加了网络工程师和数据库系统工程师的互认。现就中日信息技术考试标准互认中的有关事宜内容通知如下:

一、中日信息技术考试标准互认的级别如下:

中国的考试级别 （考试大纲）	日本的考试级别 （技能标准）
系统分析师	系统分析师 项目经理 应用系统开发师
软件设计师	软件开发师
网络工程师	网络系统工程师
数据库系统工程师	数据库系统工程师
程序员	基本信息技术师

二、采取灵活多样的方式，加强对中日信息技术考试标准互认的宣传，不断扩大考试规模，培养和选拔更多的信息技术人才，以适应日益增长的社会需求。

三、根据国内外信息技术的迅速发展，继续加强考试标准的研究与更新，提高考试质量，进一步树立考试的品牌。

四、鼓励相关企业以及研究、教育机构，充分利用中日信息技术考试标准互认的新形势，拓宽信息技术领域国际交流合作的渠道，开展多种形式的国际交流与合作活动，发展对日软件出口。

五、以中日互认的考试标准为参考，引导信息技术领域的职业教育、继续教育改革，使其适应新形势下的职业岗位实际工作要求。

二〇〇五年三月八日

全国计算机软件考试办公室文件

软考办〔2006〕2号

关于中韩信息技术考试标准互认有关事宜的通知

各地计算机软件考试实施管理机构:

为加强我国信息技术人才培养和选拔的标准化，促进国际间信息技术人才的流动，推动中韩两国间信息技术的交流与合作，信息产业部电子教育中心与韩国人力资源开发服务中心，分别受信息产业部和韩国信息与通信部的委托，对中国计算机技术与软件专业技术资格（水平）考试与韩国信息处理技术人员考试（以下简称中韩信息技术考试）的考试标准进行了全面、认真、科学的分析比较，于2006年1月19日签署了《关于中韩信息技术考试标准互认的协议》，实现了程序员、软件设计师考试标准的互认，现将中韩信息技术考试标准互认的有关事宜通知如下:

一、中韩信息技术考试标准互认的级别如下:

中国的考试级别 （考试大纲）	韩国的考试级别 （技能标准）
软件设计师	信息处理工程师
程序员	信息处理产业工程师

二、各地应以中韩互认的考试标准为参考，积极引导信息技术领域的职业教育发展，使其适应新形势下的职业岗位的要求。

三、鼓励相关企业以及研究、教育机构，充分利用中韩信息技术考试标准互认的新形势，拓宽信息技术领域国际交流合作的渠道，开展多种形式的国际交流与合作活动，发展对韩软件出口。

四、根据国内外信息技术的迅速发展，加强考试标准的研究与更新，提高考试质量，进一步树立考试的品牌。

五、各地应采取灵活多样的方式，加强对中韩信息技术考试标准互认的宣传，不断扩大考试规模，培养和选拔更多的信息技术人才，以适应日益增长的社会需求。

二〇〇六年二月五日

全国计算机技术与软件专业技术资格（水平）考试简介

全国计算机技术与软件专业技术资格（水平）考试（简称计算机软件考试）是在人力资源和社会保障部、工业和信息化部领导下的国家考试，其目的是，科学、公正地对全国计算机技术与软件专业技术人员进行职业资格、专业技术资格认定和专业技术水平测试。

计算机软件考试在全国范围内已经实施了二十多年，年考试规模已超过三十万人。该考试由于其权威性和严肃性，得到了社会及用人单位的广泛认同，并为推动我国信息产业特别是软件产业的发展和提高各类 IT 人才的素质做出了积极的贡献。

根据人事部、信息产业部文件（国人部发〔2003〕39 号），计算机软件考试纳入全国专业技术人员职业资格证书制度的统一规划。通过考试获得证书的人员，表明其已具备从事相应专业岗位工作的水平和能力，用人单位可根据工作需要从获得证书的人员中择优聘任相应专业技术职务（技术员、助理工程师、工程师、高级工程师）。计算机技术与软件专业实施全国统一考试后，不再进行相应专业技术职务任职资格的评审工作。因

此，这种考试既是职业资格考试，又是专业技术资格考试。报考任何级别不需要学历、资历条件，考生可根据自己熟悉的专业情况和水平选择适当的级别报考。程序员、软件设计师、系统分析师、网络工程师、数据库系统工程师的考试标准已与日本相应级别实现互认，程序员和软件设计师的考试标准还实现了中韩互认，以后还将扩大考试互认的级别以及互认的国家。

本考试分 5 个专业类别：计算机软件、计算机网络、计算机应用技术、信息系统和信息服务。每个专业又分 3 个层次：高级资格（高级工程师）、中级资格（工程师）、初级资格（助理工程师、技术员）。对每个专业、每个层次，设置了若干个资格（或级别）。

考试合格者将颁发由人力资源和社会保障部、工业和信息化部用印的计算机技术与软件专业技术资格（水平）证书。

本考试每年分两次举行。每年上半年和下半年考试的级别不尽相同。考试大纲、指定教材、辅导用书由全国计算机专业技术资格考试办公室组编陆续出版。

关于考试的具体安排、考试用书、各地报考咨询联系方式等都在网站 www.ruankao.org.cn 公布。在该网站上还可以查询证书的有效性。

嵌入式系统设计师考试大纲

一、考 试 说 明

1．考试目标

通过本考试的合格人员能根据项目管理和工程技术的实际要求，按照系统总体设计规格说明书进行软、硬件设计，编写相应的系统开发文档；能够组织和实施嵌入式系统的开发，对嵌入式系统的硬件进行设计和调试，对嵌入式系统的软件进行定制、设计和测试，开发出符合系统总体设计要求的嵌入式系统；具有工程师的实际工作能力和业务水平。

2．考试要求

（1）掌握计算机系统的基础知识；

（2）熟练掌握嵌入式系统的硬件、软件基础知识；

（3）掌握嵌入式系统需求分析方法；

（4）熟练掌握嵌入式系统设计与开发的方法及步骤；

（5）熟悉嵌入式系统实施、运行和维护知识；

（6）熟悉软件过程改进和软件开发项目管理等软件工程基础知识；

（7）了解信息化基础知识、计算机控制、网络通信等计算机应用基础知识；

（8）了解系统的安全性、可靠性、信息技术标准等基础知识；

（9）了解知识产权及有关法律法规的基本知识；

（10）了解嵌入式技术发展趋势；

（11）正确阅读和理解计算机及嵌入式系统领域的英文资料。

3．考试科目设置

（1）嵌入式系统基础知识，考试时间为 150 分钟；

（2）嵌入式系统设计，考试时间为 150 分钟。

二、考 试 范 围

考试科目 1：嵌入式系统基础知识

1．计算机系统基础知识

1.1 数制及其转换

1.1.1 二进制、八进制、十进制和十六进制等常用数制及其相互转换

1.2 数据的表示

1.2.1 数值的原码、反码、补码、移码表示，定点数和浮点数，精度和溢出

1.2.2 字符、汉字、声音、图像的编码方式

1.2.3 校验方法和校验码（奇偶校验码、海明校验码、循环冗余校验码等）

1.3 算术运算和逻辑运算

1.3.1 二进制数运算方法

1.3.2 逻辑代数的基本运算和逻辑表达式的化简

1.4 计算机组成及主要部件的基本工作原理

1.4.1 CPU 的组成和基本工作原理

1.4.2 常用 I/O 设备、通信设备的性能以及基本工

作原理

1.4.3 I/O 接口的功能、类型和特点

1.5 计算机体系结构

1.5.1 CISC、RISC、流水线技术和超标量等

1.5.2 多处理机、并行处理和分布处理

1.5.3 冯·诺依曼结构与哈佛结构

1.6 可靠性与系统性能评测基础知识

1.6.1 诊断与容错

- 故障检测
- 容错技术与容错控制

1.6.2 系统可靠性的分析与评价

- 系统可靠性的定义
- 串联系统的特点及可靠性度量
- 并联系统的特点及可靠性度量
- N 模冗余系统等可靠性模型的特点

1.6.3 计算机系统性能的评测方法

- 平均无故障时间的定义及计算
- 平均修复时间的定义及计算
- 可用性的定义及计算

2. 嵌入式系统硬件基础知识

2.1 数字电路基础

2.1.1 信号特性与信号转换

2.1.2 组合逻辑电路和时序逻辑电路

2.1.3 可编程逻辑器件

2.2 嵌入式微处理器基础

2.2.1 嵌入式微处理器的结构和类型

- 常用 8 位、16 位、32 位、64 位处理器

的体系结构特点

- 常用 DSP 处理器的体系结构特点
- 同构多核处理器的体系结构特点
- 异构多核处理器的体系结构特点

2.2.2　嵌入式微处理器的异常与中断

- 异常
  - 陷阱
  - 故障
  - 终止
- 中断
  - 硬中断、软中断
  - 可屏蔽中断、不可屏蔽中断
  - 中断优先级
  - 中断嵌套

2.3　嵌入式系统的存储体系

2.3.1　存储系统的层次结构

2.3.2　内存管理单元（MMU）

2.3.3　RAM 和 ROM 的种类

2.3.4　高速缓存（Cache）

2.3.5　其他存储设备

2.4　嵌入式系统 I/O

2.4.1　GPIO、PWM 接口的基本原理与结构

2.4.2　A/D、D/A 接口的基本原理与结构

2.4.3　键盘、显示、触摸屏、声控屏等接口的基本原理与结构

2.4.4　嵌入式系统的音频和视频接口

2.4.5　输入输出控制

2.5 定时器和计数器

2.5.1 定时器和计数器的工作原理

2.5.2 定时器的设计

2.5.3 计数器的设计

2.6 嵌入式系统总线及通信接口

- PCI、PCI-E、EISA、VME、CPCI、PCMCIA 等的基本原理和特点
- USB、串口、红外、并口、SPI、IIC、1394、CAN 等的基本原理和特点
- 以太网、WLAN、蓝牙、Zigbee、AFDX、FC 等的基本原理和特点
- Select IO、Rapid IO 等高速串行通信接口的基本原理和特点
- 3G、4G、5G 等通信接口的基本原理和特点

2.7 嵌入式系统电源分类及管理

2.8 电子电路设计

2.8.1 电子电路设计基础知识

- 电子电路设计原理
- 电子电路设计方法及步骤
- 电子电路可靠性设计

2.8.2 PCB 设计基础知识

- PCB 设计原理
- PCB 设计方法及步骤
- 多层 PCB 设计的注意事项及布线原则
- PCB 的可靠性设计（电磁兼容）

2.8.3 电子电路测试基础知识

- 电子电路测试方法
- 硬件可靠性测试

3．嵌入式系统软件基础知识

3.1 嵌入式软件基础知识

3.1.1 嵌入式软件分类

- 系统软件
- 支撑软件
  - 中间件
  - 可配置组件
- 应用软件

3.1.2 嵌入式系统初始化

- 系统引导（Bootloader）
- 板级支持包（BSP）

3.1.3 无操作系统支持的嵌入式软件体系结构

3.1.4 有操作系统支持的嵌入式软件体系结构

3.1.5 嵌入式支撑软件（嵌入式文件系统、嵌入式数据库、分布式对象系统、GUI 等）

3.2 嵌入式操作系统基础知识

3.2.1 嵌入式操作系统基本概念

3.2.2 处理器管理

- 多道程序
- 分区、进程、线程、任务的概念
- 任务管理
- 任务调度
- 优先级反转（优先级反转、优先级继承、优先级天花板等）
- 任务间通信（共享内存、消息、邮箱、

管道、信号等）

- 同步与互斥（竞争条件、临界区、互斥、信号量、死锁等）
- 高可靠性操作系统的分区调度和分区通信等

3.2.3 存储管理

- 存储管理方式
- 分区存储管理（固定分区、可变分区、内存保护等）
- 地址重定位（逻辑地址、物理地址、地址映射等）
- 页式存储管理
- 虚拟存储技术（程序局部性原理、虚拟页式存储管理、页面置换算法等）

3.2.4 设备管理

- 物理设备、逻辑设备、虚拟设备等
- 设备分类（字符设备、块设备、网络设备）
- 设备管理方式（设备文件、设备控制、设备无关性、中断处理、缓冲技术、假脱机技术等）
- 设备驱动程序

3.2.5 文件系统

- 文件和目录
- 文件的结构和组织
- 存取方法与存取控制
- 常见嵌入式文件系统（FAT、RAMFS、

ROMFS、JFFS、YAFFS、EXT 等）

- 网络文件系统

3.2.6 操作系统移植

- 硬件配置、板级支持包移植、驱动移植、系统配置、交叉编译、部署与测试等

3.3 嵌入式系统程序设计

3.3.1 嵌入式软件开发基础知识

- 嵌入式软件开发模式、开发环境、开发工具等的选择

3.3.2 嵌入式程序设计语言

- 编译器和解释器的基础知识
- 汇编语言（指令系统、寻址方式、伪指令、宏指令等）
- 混合编程
- 过程式语言（过程/函数、参数传递、变量、递归、动态内存分配、数据类型等）
- 面向对象语言（对象/类、数据抽象、继承、多态、重载等）
- 嵌入式 C/C++程序设计要求

3.3.3 嵌入式软件开发环境

- 宿主机与目标机
- 编辑器、交叉工具链（编译器、链接器、调试器）、模拟器
- 集成开发及仿真环境
- 开发辅助工具

3.3.4 嵌入式软件开发过程

- 嵌入式软件需求分析

- 嵌入式软件设计
- 编码（编程规范、代码审查）
- 软件集成
- 测试（测试环境、测试用例、测试方法、测试工具）
- 下载和运行
- 第三方测试与验证

3.3.5　嵌入式应用软件移植

- 无操作系统的软件移植
- 有操作系统的软件移植

4．嵌入式系统的项目开发与维护知识

4.1　系统开发过程及其项目管理

4.1.1　系统开发生命周期各阶段的目标和任务

- 项目描述、可行性分析、需求分析、总体设计、概要设计、详细设计、编码和单元测试、集成测试、运行维护

4.1.2　系统开发的项目管理基础知识及其常用管理工具

- 开发过程管理知识及工具
- 成本管理知识及工具
- 风险管理知识及工具
- 质量管理知识及工具

4.1.3　系统开发方法

4.1.4　系统开发工具与环境

4.2　系统分析知识

4.2.1　需求分析

4.2.2　系统分析的目的和任务

4.2.3 系统分析方法

4.3 系统设计知识

4.3.1 系统设计方法

4.3.2 系统架构及概要设计

4.3.3 系统详细设计（程序结构设计、模块接口设计、数据结构设计、用户界面设计等）

4.3.4 软硬件协同设计方法

- 软硬件的功能划分
- 单任务流图的软硬件协同设计方法
- 多分支系统任务流图的软硬件协同设计方法
- 并行系统任务流图的软硬件协同设计方法

4.4 系统实施知识

4.4.1 软硬件平台搭建

4.4.2 系统调试与测试

4.5 系统运行和维护知识

4.5.1 系统运行管理

4.5.2 系统维护

- 系统维护的目的与任务
- 系统维护的内容：硬件设备维护、程序维护、数据维护等
- 系统维护的类型：完善性维护、适应性维护、正确性维护、预防性维护等

4.5.3 系统评价

5．嵌入式系统的安全性知识

5.1 安全性基本概念

- 网络安全、信息安全、系统安全等基础知识
- 防治计算机病毒、防范计算机犯罪、防闯入、防灾等
- 保障完整性与可用性的措施
- 风险管理与控制（风险分析、风险类型、风险控制手段）

5.2 嵌入式系统的安全性设计

- 硬件安全性设计
- 软件安全性设计

6．标准化知识

6.1 标准化的概念和标准化机构

6.2 国际标准、国家标准、行业标准、企业标准基本知识

6.3 代码标准、文件格式标准、安全标准、软件开发规范和文档标准知识

6.4 嵌入式系统相关标准

7．信息化和知识产权基础知识

7.1 信息化基础知识

- 全球信息化趋势、国家信息化战略、企业信息化战略和策略
- 信息化意识，有关的法律、法规
- 远程教育、电子商务、电子政务等基础知识
- 企业信息资源管理基础知识

7.2 知识产权基础知识

- 专利法、商标法、商业秘密权对软件的保护

- 与软件相关的法律、法规方面的基础知识
- 著作权法、软件保护条例及软件著作登记的基础知识
- 软件著作权主体与客体、权利内容、权利归属、侵权责任，分析侵权行为

8．嵌入式系统发展趋势

8.1 嵌入式系统硬件发展趋势（可穿戴设备、智能终端、机器人等）

8.2 嵌入式系统软件发展趋势

8.3 物联网系统

8.4 大数据、云计算、边缘计算等

9．计算机专业英语

- 阅读理解嵌入式系统相关领域的英文资料

考试科目 2：嵌入式系统设计

1．嵌入式系统开发过程

1.1 系统开发过程管理

1.1.1 生命周期、成本及工作量估计

1.1.2 风险管理

1.1.3 开发模型

1.1.4 质量管理

1.1.5 配置管理

1.1.6 软件成熟度模型

1.2 需求分析

1.2.1 用户需求

1.2.2 系统定义
1.2.3 需求规格说明书
1.2.4 需求评审
1.3 系统设计
1.3.1 系统方案设计
1.3.2 系统功能划分
1.3.3 软硬件协同设计
1.3.4 硬件设计
1.3.5 软件设计
1.4 系统开发环境
1.4.1 开发平台
1.4.2 开发工具
1.5 系统测试
1.5.1 测试环境
1.5.2 测试计划（内容、方法、标准、过程、检验）
1.5.3 硬件测试
1.5.4 软件测试
1.5.5 软硬件联合测试
1.6 系统评价
1.7 系统维护
1.8 开发文档

2. 嵌入式系统硬件设计

2.1 嵌入式系统硬件基本结构
2.1.1 嵌入式微处理器结构
2.1.2 数字信号处理器（DSP）结构
2.1.3 异常及中断处理
2.1.4 DMA 技术

2.1.5 多处理器系统

- 多处理器系统特点
- 多处理器系统构建技术（多处理器、单处理器多核）

2.1.6 总线

2.1.7 数字电路

- 组合逻辑电路与时序逻辑电路设计
- 可编程逻辑器件（FPGA/CPLD）的系统设计

2.2 硬件描述语言（VHDL、Verilog HDL 等）

2.3 大规模集成电路系统设计

2.4 输入/输出接口

2.4.1 接口的特性（机械、电气、功能、规程）

2.4.2 接口设计

2.4.3 接口应用

- GPIO 接口
- USB 接口
- 串行接口
- 并行接口
- A/D、D/A 转换接口
- 高速串行接口（Rapid IO，Select IO）
- 音、视频接口
- 显示接口
- 射频接口
- 通信标准和协议

2.5 电源设计

2.6 低功耗设计

2.7 可靠性与安全性设计

2.7.1 冗余设计

2.7.2 可维护性设计

2.7.3 系统容错与恢复设计

2.8 系统仿真

3. 嵌入式系统软件设计

3.1 嵌入式程序设计

3.1.1 汇编语言程序设计

3.1.2 嵌入式 C 语言程序设计

3.1.3 面向对象程序设计

- 使用 C++、Java 等语言进行嵌入式程序设计

3.2 系统软件设计

3.2.1 系统初始化设计

3.2.2 硬件抽象层（HAL）、板级支持包（BSP）设计

3.2.3 设备驱动程序设计

3.2.4 嵌入式系统软件的移植

3.3 嵌入式操作系统

3.3.1 处理器管理

- 任务（进程、线程等）定义与调度
- 任务的同步与通信

3.3.2 存储管理

3.3.3 异常处理

3.3.4 常见嵌入式操作系统

- Linux、Windows CE、VxWorks、Android、μC/OS II、麒麟、天脉、锐华等

3.4 嵌入式支撑系统

3.4.1 嵌入式系统中间件

3.4.2 嵌入式文件系统

3.4.3 嵌入式系统数据库

3.4.4 嵌入式系统图形用户接口（GUI）

3.4.5 嵌入式网络程序设计

4．嵌入式实时系统与分布式系统设计

4.1 实时系统的分析与设计

4.2 分布式系统设计

4.2.1 分布式系统设计原理

4.2.2 分布式系统设计方法

4.2.3 分布式系统的通信技术

4.2.4 分布式系统应用

5．嵌入式系统应用

- 嵌入式系统在通信、交通、工业控制、航空、航天、航海、智能家居等领域的应用

三、题 型 举 例

考试科目 1：嵌入式系统基础知识

1．在指令系统的各种寻址方式中，获取操作数最快的方式是__（1）__。若操作数的地址包含在指令中，则属于间接寻址方式。

（1）A．直接寻址　　B．立即寻址

C．寄存器寻址　　D．间接寻址

2．在嵌入式系统中，大量使用 RISC 处理器，以下叙述中，不符合 RISC 指令系统特点的是__（2）__。

（2）A．指令长度固定，指令种类少

B．选取使用频率较高的一些简单指令

C．设置大量通用寄存器，访问存储器指令简单

D．寻址方式种类丰富，指令功能尽量增强

3．某系统的可靠性结构框图如下图所示。该系统由 4 个部件组成，其中 2、3 两部件并联冗余，再与 1、4 部件串联构成。假设部件 1、2、3 的可靠度分别为 0.90、0.70、0.70。若要求该系统的可靠度不低于 0.75，则进行系统设计时，分配给部件 4 的可靠度至少应为__（3）__。

1 — (2 ∥ 3) — 4

（3）A．$\dfrac{0.75}{0.9\times(1-0.7)^2}$　　B．$\dfrac{0.75}{0.9\times(1-0.7\times0.7)^2}$

C．$\dfrac{0.75}{0.9\times[1-(1-0.7)^2]}$　　D．$\dfrac{0.75}{0.9\times(0.7+0.7)}$

4．系统响应时间和作业吞吐量是衡量计算机系统性能的重要指标。对于一个持续处理业务的系统而言，__（4）__，表明其性能越好。

（4）A．响应时间越短，作业吞吐量越小

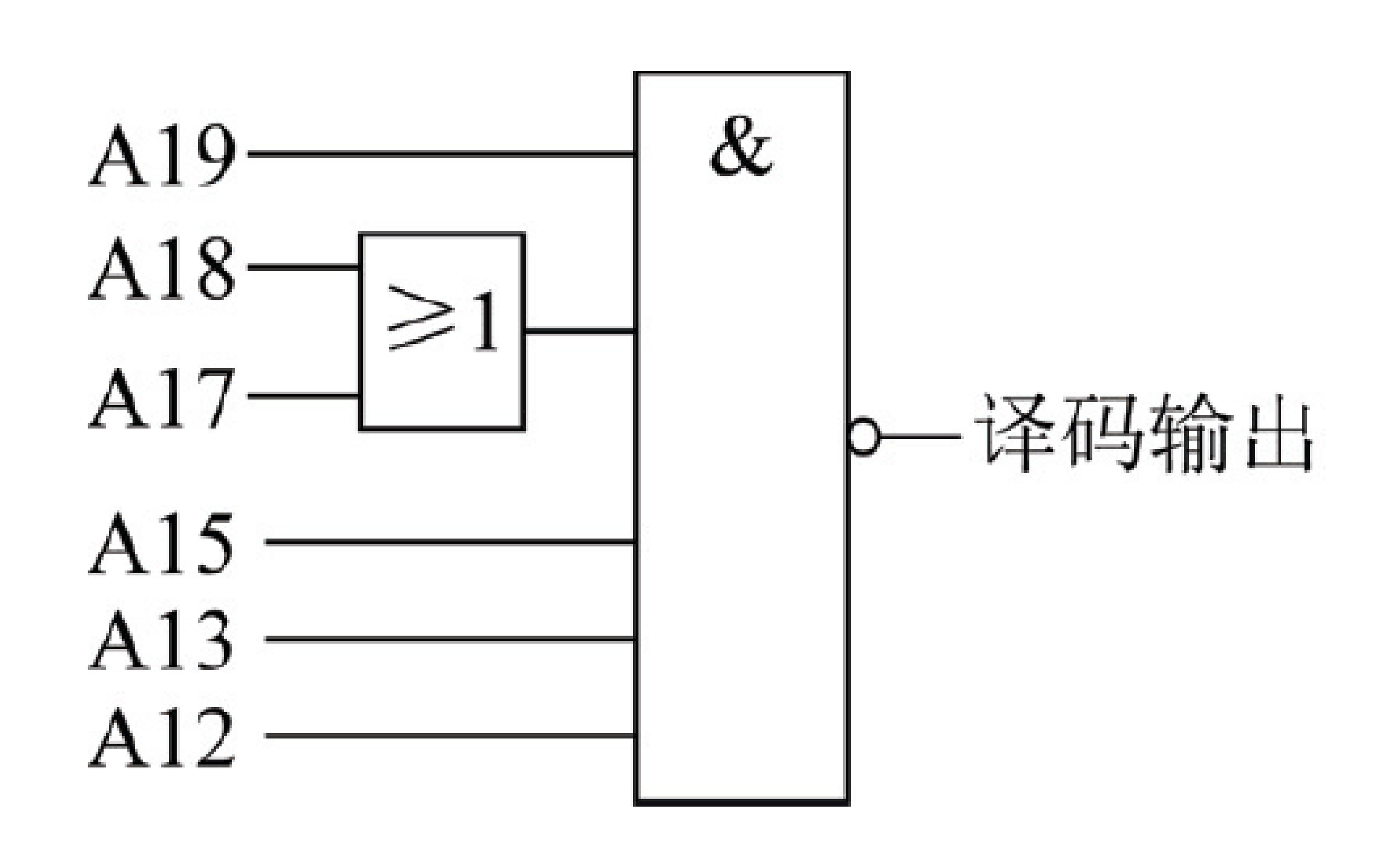
B．响应时间越短，作业吞吐量越大

C．响应时间越长，作业吞吐量越大

D．响应时间不会影响作业吞吐量

5．如下图所示，若低位地址（A0～A11）接在内存芯片地址引脚上，高位地址（A12～A19）进行片选译码（其中，

A14 和 A16 没有参加译码），且片选信号低电平有效，则对下图所示的译码器，不属于此译码空间的地址为<u>（5）</u>。



（5）A. AB000H～ABFFFH

B. BB000H～BBFFFH

C. EF000H～EFFFFH

D. FE000H～FEFFFH

6. 关于校验方法，“<u>（6）</u>”是正确的。

（6）A. 采用奇偶校验可检测数据传输过程中出现一位数据错误的位置并加以纠正

B. 采用海明校验可检测数据传输过程中出现一位数据错误的位置并加以纠正

C. 采用海明校验，校验码的长度和位置可随机设定

D. 采用 CRC 校验，需要将校验码分散开并插入数据位的指定位置中

7. 定时器在嵌入式系统中发挥着重要作用，定时器和计数器的逻辑电路本质上是相同的，它们之间的区别主要在用途上。下列关于定时器、计数器的描述中，错误的是<u>（7）</u>。

（7）A. 二者逻辑电路都至少包含保存当前值寄存器及寄存器值加 1 或减 1 逻辑

B. 定时器内部工作原理是以 N 位的加 1 或减 1 计数器为核心，初值可编程

C. 计数器的计数脉冲来源可以是分频的系统时钟，也可以是外部事件脉冲

D. 嵌入式系统中定时功能只能由硬件定时器实现，无法用软件实现定时功能

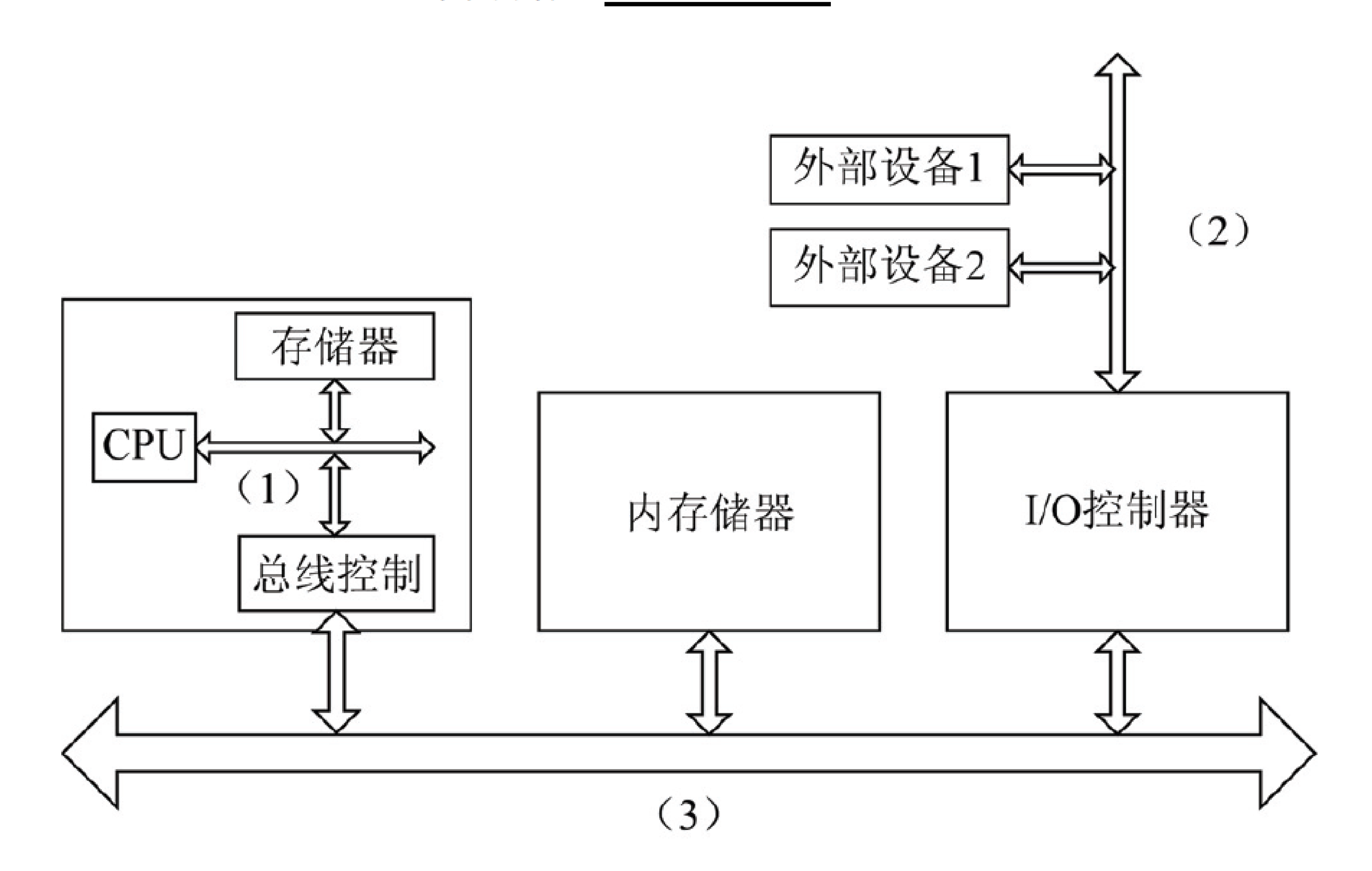
8. 在某嵌入式操作系统中，若 P、V 操作的信号量 S 的初值为 2，当前值为-1，则表示等待信号量 S 的任务个数为__（8）__。

（8）A. 0　　B. 1　　C. 2　　D. 3

9. 在实时操作系统中，两个任务并发执行，一个任务要等待其合作伙伴发来消息，或建立某个条件后再向前执行，这种制约性合作关系被称为任务的__（9）__。

（9）A. 同步　B. 互斥　　C. 调度　　D. 执行

10. 嵌入式系统内部的数字系统元器件间，相互连接的信息通路称为总线，下图为典型的计算机系统总线结构，其中（1）、（2）、（3）分别是__（10）__。



（10）A. 系统总线、片内总线、外部总线

B. 系统总线、外部总线、片内总线

C．片内总线、外部总线、系统总线

D．片内总线、系统总线、外部总线

11．__（11）__不需要登记或标注版权标记就能得到保护。

（11）A．专利权　　B．商标权

C．著作权　　D．财产权

12．下列关于 D/A 转换器接口的描述，不正确的是__（12）__。

（12）A．它是嵌入式微机系统与外部模拟控制对象的重要控制接口

B．它通常由模拟开关、权电阻电路、缓冲电路组成

C．它也可以把外界的模拟量转换成数字量

D．它输出的模拟量可以是电流，也可以是电压

13．印制电路板的设计中布线工作尤为重要，必须遵守一定的布线原则，以符合抗干扰设计的要求，使得电路获得最佳的性能。以下关于布线原则的叙述中，不正确的是__（13）__。

（13）A．印制板导线的布设应尽可能短

B．印制板导线的宽度应满足电气性能要求

C．允许有交叉电路

D．在电路板上应尽可能多地保留铜箔作地线

14．下面不符合数字电路（或者集成电路）的电磁兼容性设计方法的是__（14）__。

（14）A．IC 的电源及地的引脚较近，有多个电源和地

B．使用贴片元件，不是用插座

C．IC 的输出级驱动能力不超过实际应用的要求

D．对输入和按键采用电平检测（而非边沿检测）

15. 关于硬件抽象层，以下描述中错误的是__（15）__。

（15）A. 硬件抽象层包括操作系统内核和驱动程序

B. 硬件抽象层将操作系统与硬件平台隔开

C. 硬件抽象层是一种软件

D. 硬件抽象层有利于系统的模块化设计

16. __（16）__的做法不利于嵌入式应用软件的移植。

（16）A. 在软件设计上，采用层次化设计和模块化设计

B. 在软件体系结构上，在操作系统和应用软件之间引入一个虚拟机层，把一些通用的、共性的操作系统 API 接口函数封装起来

C. 将不可移植的部分局域化，集中在某几个特定的文件之中

D. 在数据类型上，尽量直接使用 C 语言的数据类型

17. 下列关于嵌入式软件中间件的叙述中，错误的是__（17）__。

（17）A. 中间件通过标准接口，实现与应用程序的关联，提供特定功能的服务

B. 中间件的使用提高了应用软件可移植性

C. 中间件的使用增加了应用软件设计的复杂度

D. 中间件的使用提高了嵌入式软件开发的效率与能力

18. 看门狗（Watch Dog）是嵌入式系统中一种常用的保证系统可靠性的技术，在下列情况下，会产生看门狗中断的是__（18）__。

（18）A. 软件喂狗　　　　B. 处理器温度过高

C. 应用产生异常　　　D. 看门狗定时器超时

19．嵌入式系统应用软件一般在宿主机上开发，在目标机上运行，因此需要一个__（19）__环境。

（19）A．交互操作系统　　B．交叉编译

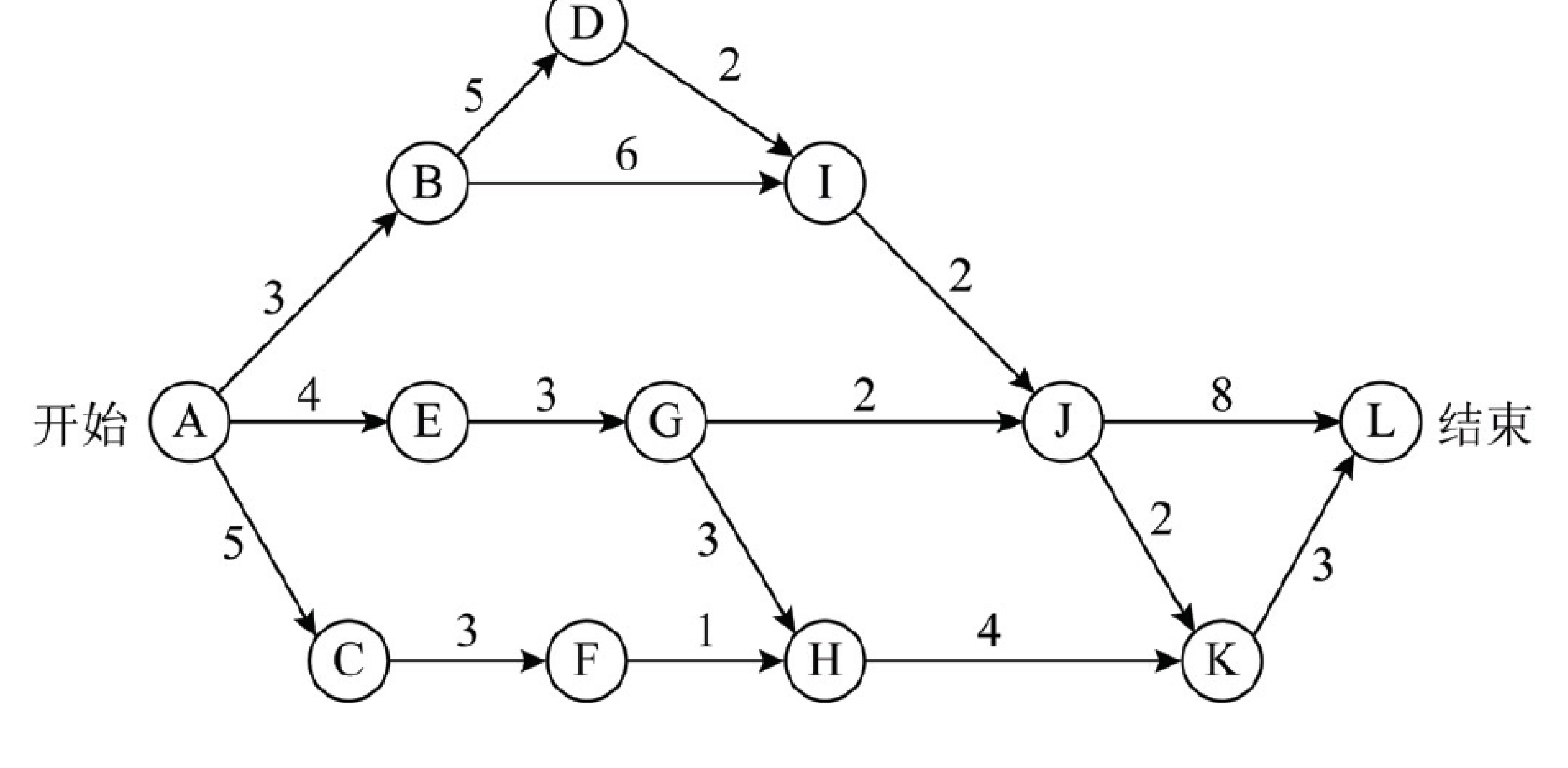
C．交互平台　　D．分布式计算

20．确定软件的模块划分及模块之间的调用关系是__（20）__阶段的任务。

（20）A．需求分析　　B．概要设计

C．详细设计　　D．编码

21．下图是一个软件项目的活动图，其中顶点表示项目里程碑，连接顶点的边表示包含的活动，边上的值表示完成活动所需要的时间，则关键路径长度为__（21）__。



（21）A．20　　B．19　　C．17　　D．16

22．编译程序对高级语言源程序进行翻译时，需要在该程序的地址空间中为变量指定地址，这种地址称为__（22）__。

（22）A．逻辑地址　　B．物理地址

C．接口地址　　D．线性地址

23．嵌入式系统中，由 C 语言编写的中断处理程序，其返回值和参数必须是__（23）__类型。

（23）A．int　　B．void　　C．interrupter　　D．reti

24．软件测试的目的是＿（24）＿，通常可分为白盒测试和黑盒测试。白盒测试根据程序的＿（25）＿来设计测试用例，黑盒测试根据软件规格说明来设计测试用例。

（24）A．尽可能多地发现程序中的错误
B．改正程序中的所有错误
C．证明程序是正确的
D．证明程序完成了应完成的功能

（25）A．功能　　B．性能
C．内部逻辑　　D．内部数据

25．软件能力成熟度模型（Capability Maturity Model，CMM）描述和分析了软件过程能力的发展和改进程度，确立了一个软件过程成熟程度的分级标准。该模型的第 2 级为可重复级，它包含了＿（26）＿关键过程域。

（26）A．软件配置管理、软件质量保证、软件项目跟踪与监控、软件项目计划和需求管理
B．软件配置管理、软件质量保证、软件子合同管理、软件项目计划和需求管理
C．软件配置管理、软件质量保证、过程量化管理、软件项目跟踪与监控、软件项目计划和需求管理
D．软件配置管理、软件质量保证、软件子合同管理、软件项目跟踪与监控、软件项目计划和需求管理

26．在面向对象方法中，对象可被看成属性（数据）以及这些属性上的专用操作的封装体。封装是一种＿（27）＿技术。

（27）A．信息隐蔽　　B．组装
C．固化　　D．产品化

27．通过内部发起连接与外部主机建立联系，由外部主机控制并盗取用户信息的恶意代码为__（28）__。

（28）A．特洛伊木马　　B．蠕虫病毒
　　　C．宏病毒　　D．CIH 病毒

28．从认证中心（CA）获取用户 B 的数字证书，该证书用__（29）__作数字签名，从用户 B 的数字证书中可以获得 B 的公钥。

（29）A．CA 的公钥　　B．CA 的私钥
　　　C．B 的公钥　　D．B 的私钥

29．下面关于防火墙的说法，正确的是__（30）__。

（30）A．防火墙一般由软件以及支持该软件运行的硬件系统构成
　　　B．防火墙只能防止未经授权的信息发送到内网
　　　C．防火墙能准确地检测出攻击来自哪一台计算机
　　　D．防火墙的主要支撑技术是加密技术

30. An embedded operating system is the __（31）__ program that manages all the other programs in an embedded device after initial load of programs by a(an) __（32）__. It normally guarantees a certain capability within a specified __（33）__ size and __（34）__ constraint as well as with application programs. It also normally has small foot print including initial boot loader, OS kernel, required device drivers, __（35）__ for the user data and so forth. It has very-likely structure of a normal operating system however mainly differentiated by some factors such as type of pre-installed device, functional limits, taking designed job only.

（31）A. hardware　　B. business
C. software　　D. external
（32）A. driver　　B. application
C. kernel　　D. boot loader
（33）A. data　　B. storage
C. bus　　D. CPU
（34）A. time　　B. format
C. controller　　D. packet
（35）A. JAFFS　　B. format
C. file systems　　D. protocol

考试科目 2：嵌入式系统设计

试题一（共 15 分）

阅读下面有关某项目自动化配送中心处理机控制系统的叙述，回答问题 1 至问题 3，将答案填入答题纸的对应栏内。

【说明】

某企业大型配送控制中心通常采用自动化方式存取仓库内的货物，配送控制中心对货物的存取由两部分组成：其一，配送控制中心管理和调度多台配送车；其二，配送车根据指令从仓库货架上存取货物。

图 1-1 为某企业大型仓库货物存取示意图。图中配送车上安装有智能控制设备，通过视频接口接收图像数据，实施对货架位置的定位识别，然后将识别信息发送到配送控制中心。配送控制中心向配送车发送控制命令，将配送车上的货物放置到指定的货架位置，或从指定的货架位置上取出货物，装载到该配送车。

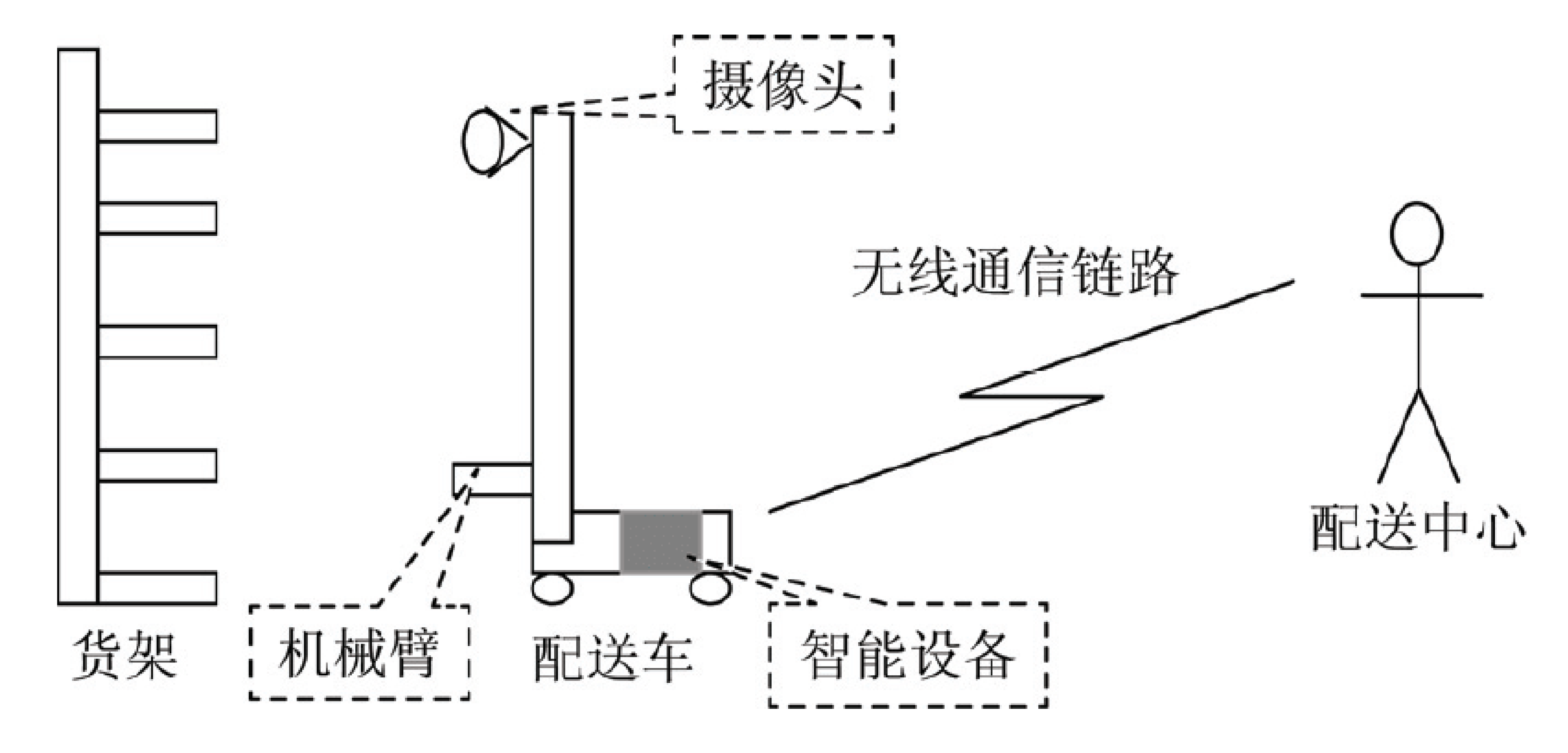


图 1-1　大型仓库货物存取示意图

图 1-2 所示为智能设备控制配送车从货架上取货的工作过程示意图。

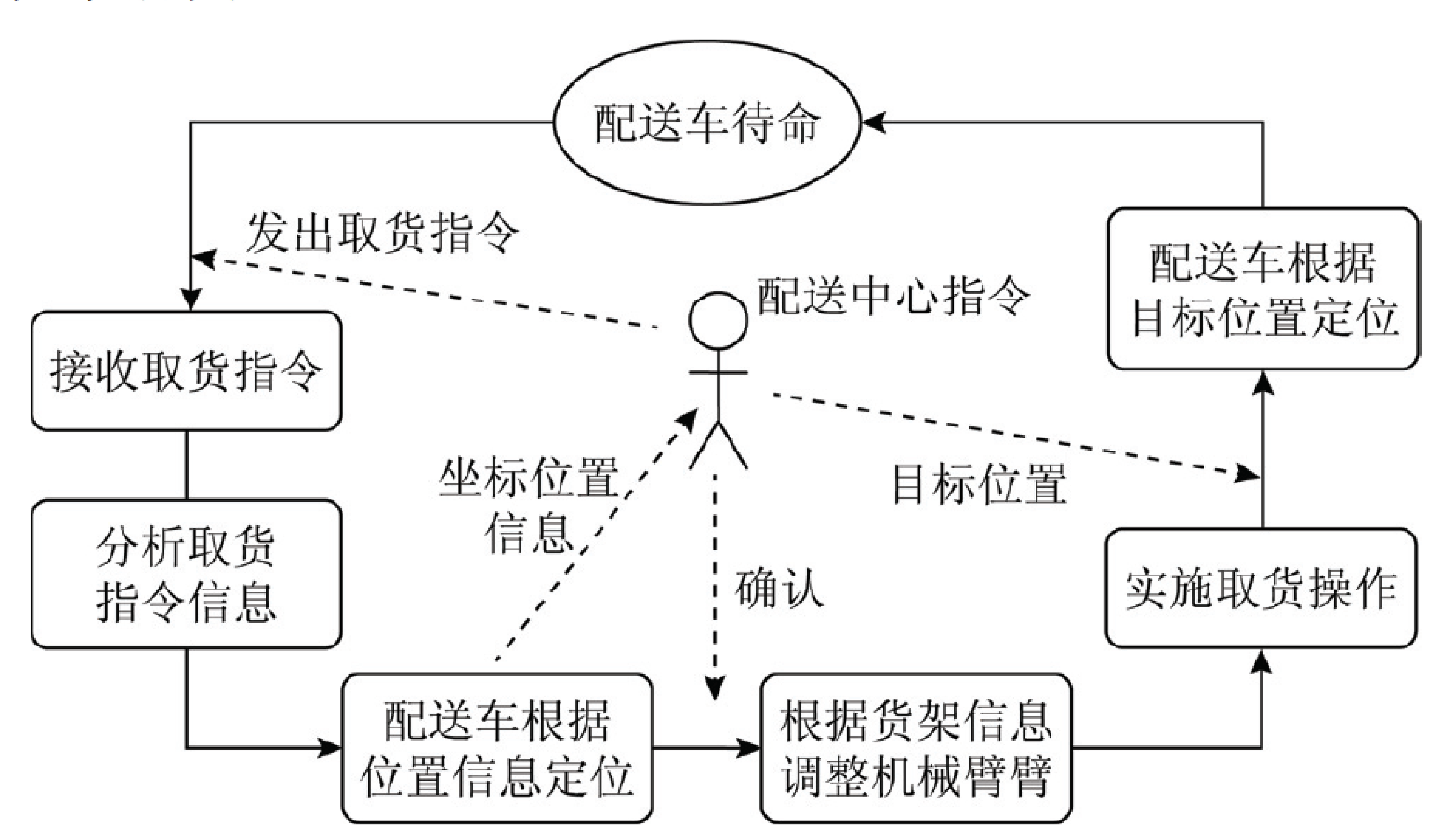


图 1-2　智能设备控制配送车从货架上取货的工作过程示意图

【问题 1】（9 分）

假设图 1-1 中的智能设备采用 8051 微处理器，该微处理器的定时器主频为 12MHz。该智能设备中的数据采集周期分别为 10ms、15ms、1s，请给出：

（1）设备中定时器应设置的最大计时单位；

（2）8051 定时器计数寄存器的初始值；

（3）若 8051 采用外部时钟接入方式，请完成图 1-3 中的

连接方式。

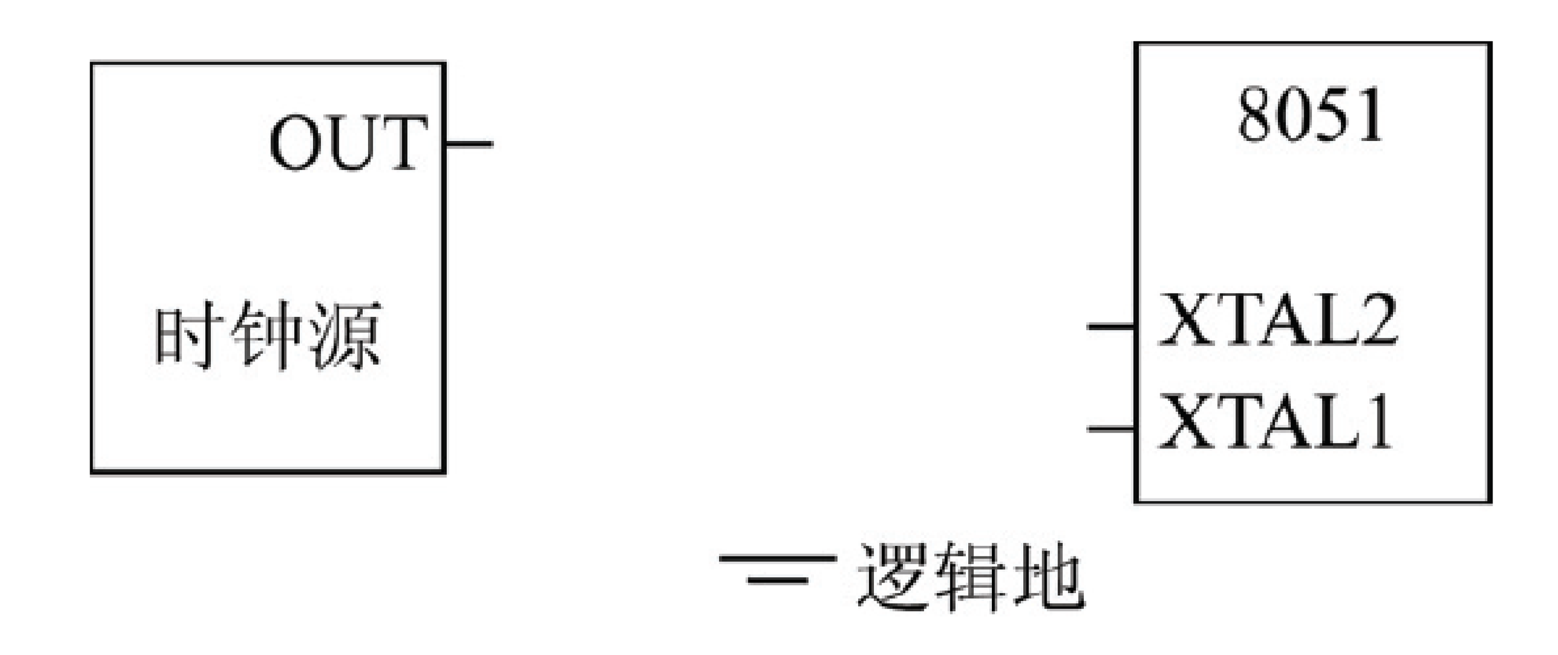


图 1-3　8051 外部时钟接入示意图

【问题 2】（6 分）

根据图 1-2 所示的配送车取货的工作过程示意图，得到图 1-4 所示的配送车取货软件流程图，请在图中的__（n）__处填入适当的内容。

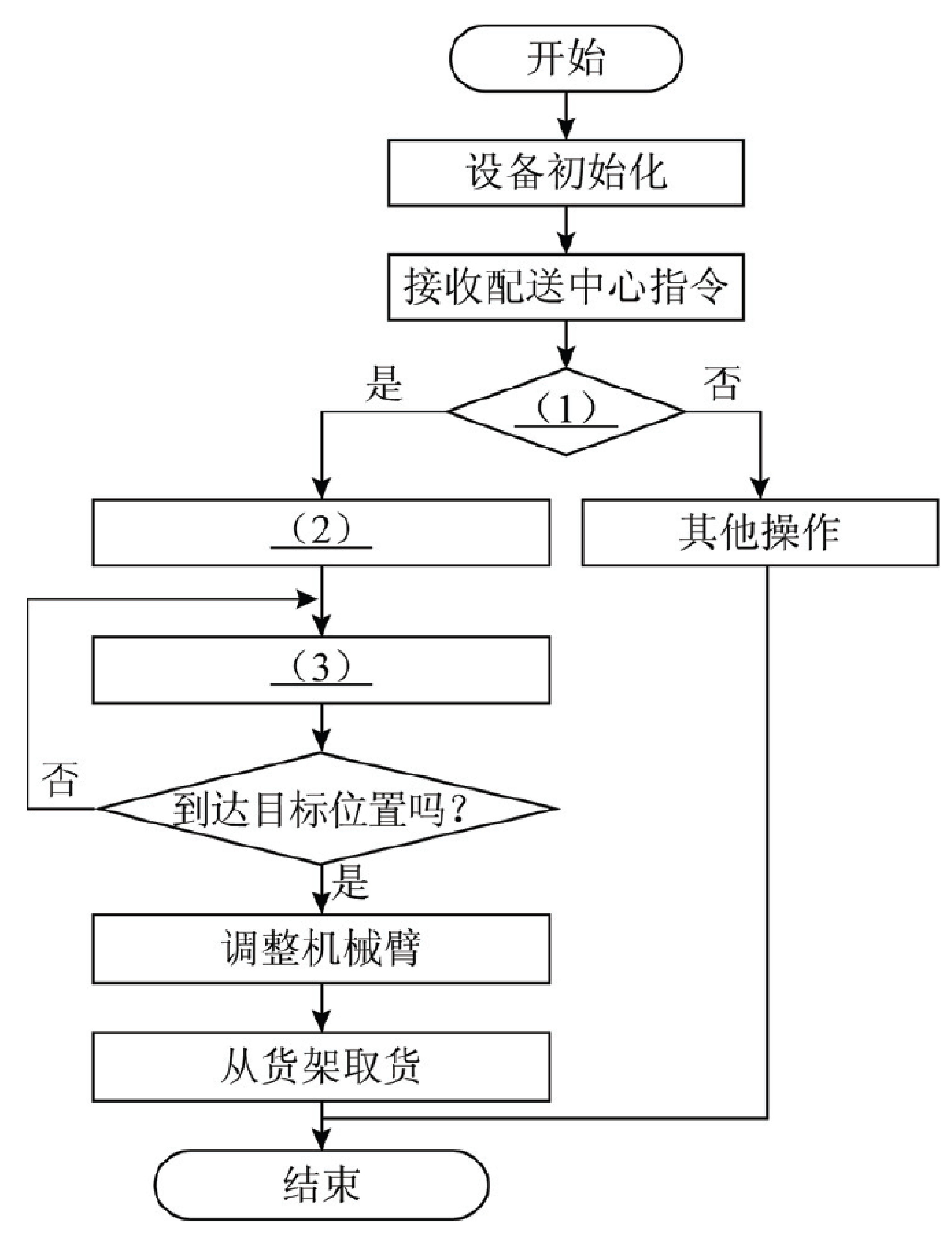


图 1-4　配送车取货的软件流程图

试题二（共 15 分）

阅读以下关于某嵌入式系统设计方案的叙述，回答问题 1 至问题 3，将答案填入答题纸的对应栏内。

【说明】

某公司承接了开发周期为 6 个月的某机载嵌入式系统软件的研制任务。该机载嵌入式系统硬件由数据处理模块、大容量模块、信号处理模块、FC 网络交换模块和电源模块组成，如图 2-1 所示。数据处理模块和大容量模块的处理器为 PowerPC 7447，数据处理模块主要对机载数据进行处理，完成数据融合；大容量模块主要存储系统数据，同时也有数据处理的能力；信号处理模块的处理器为专用的数字信号处理器 DSP，完成雷达数据处理，并将处理后的数据发送给数据处理模块；FC 网络交换模块为已开发的模块，本次不需要开发软件，主要负责系统的数据交换；电源模块主要负责给其他模块供电，电源模块上没有软件。

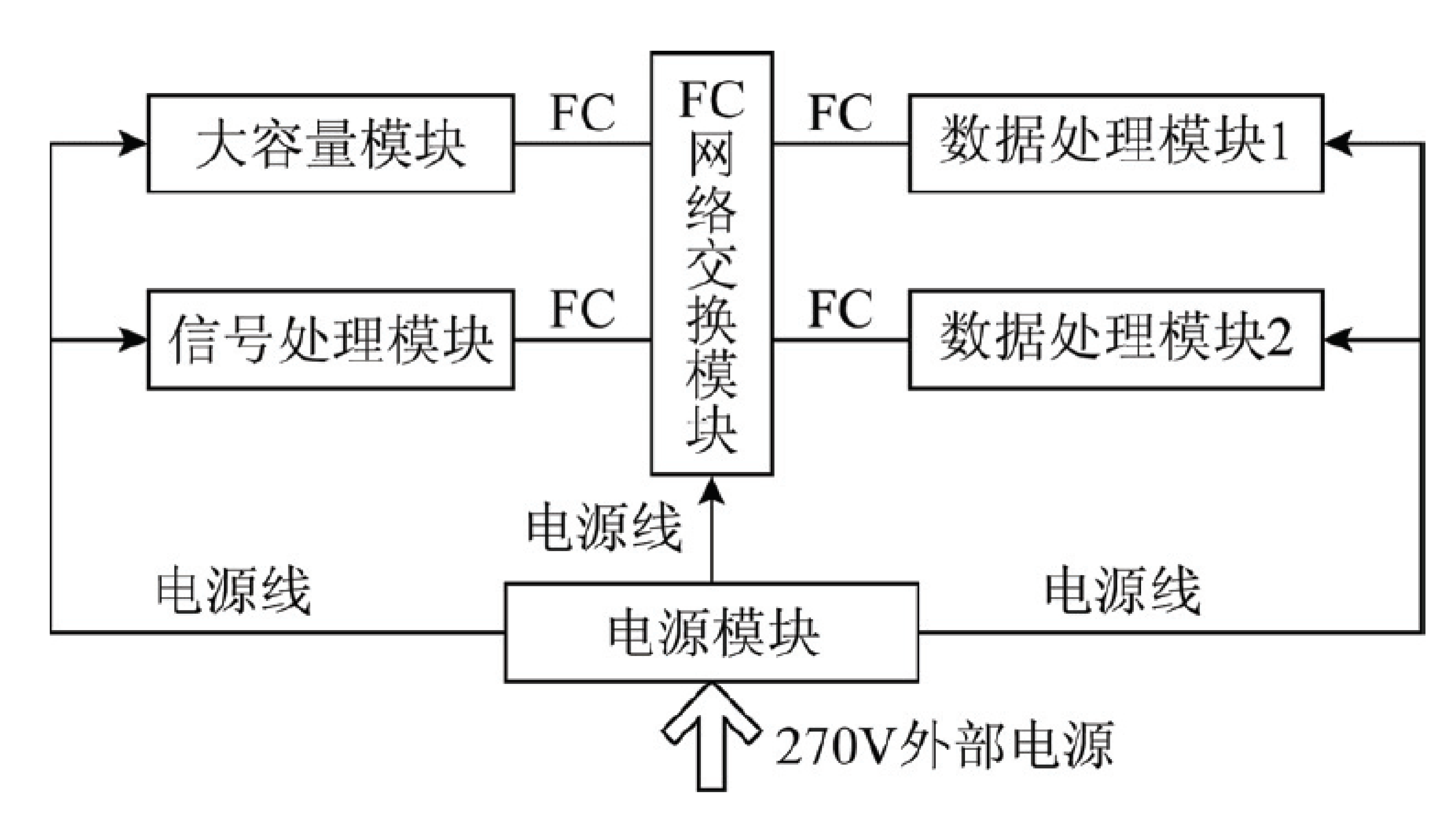


图 2-1　某机载嵌入式系统的组成

PowerPC 7447 和 DSP 是 32 位处理器，内存按字节编址。PowerPC 7447 以大端方式（big_endian）存储数据，DSP 以小端方式（little_endian）存储数据。

【问题 1】（5 分）

在数据处理模块 1 中，需要使用 A/D 转换器对外部电源模块的电压进行检测。当前数据处理模块中的 A/D 转换器为 10 位，当 A/D 转换器的输入模拟电压最大为 5.115V 时，A/D 输出为 3FFH。

通过配置 A/D 转换器的中断寄存器及比较寄存器（比较寄存器的值是用来和 A/D 转换结果进行比较），可以将 A/D 转换器配置为输入电压大于一定值时产生中断，也可以配置为输入电压小于一定值时产生中断，通过此种方式向系统报警。

请回答以下三个问题。

（1）此 A/D 转换器的量化间隔为多少毫伏（量化间隔为 A/D 转换器最低有效位 1 位所代表的模拟电压值）？

（2）如果规定下限阈值为 4.092V，要使用中断检测这个电压，此时 A/D 转换器的比较寄存器应配置为多少？

（3）如果采用查询方式实现电源电压超限报警功能，程序如何判断 A/D 转换器完成了单次数据转换？

【问题 2】（5 分）

李工负责该系统软件的研发。在软件策划过程中，为了加快软件的开发，确保进度，李工将软件分解为若干软件配置项，每个软件配置项指定一人开发。每个配置项的开发过程包括：软件需求分析、软件概要设计、软件详细设计、软件编码、软件单元测试和部件级测试六个阶段。李工的做法符合软件工程的要求吗？为什么？

【问题 3】（5 分）

田工负责编写信号处理模块与数据处理模块 2 的通信程序，约定好的数据组织方式如表 2-1 所示。

表 2-1　网络数据结构

数据域 A（1 字节）	数据域 B（4 字节）	数据域 C（2 字节）	数据域 D（16 字节）

以下是信号处理模块端的一段程序：

```
unsigned int msgid = 0x01;    //表示从信号处理模块发
                              //送到数据处理模块 2 的
                              //消息 ID
typedef struct FCSND_Data_struct {
    unsigned char A;
    unsigned int B;
    unsigned short C;
    unsigned char D[16];
} FCSND_DATA;
FCSND_DATA sendData;
…
…
FillfcData(&sendData);        //将待发送数据赋值到
                              //sendData 数据结构中
sendfc((msgid, &sendData, sizeof(FCSND_DATA));
                              //发送数据
```

以下是数据处理模块 2 端的一段程序：

```
unsigned int msgid = 0x00;    //接收到的消息 ID
typedef struct FCRCV_Data_struct {
    unsigned char A;
    unsigned int B;
    unsigned short C;
    unsigned char D[16];
} FCRCV_DATA;
FCRCV_DATA  recvData;
…
…
recvfc((msgid, &recvData, sizeof(FCRCV_DATA));
                              //接收数据
```

请问以上程序是否存在问题？如果存在问题，请分析原因。

试题三（共 15 分）

阅读以下关于输入输出接口设计的说明，回答问题 1 至问题 3，将解答填入答题纸的对应栏内。

【说明】

图 3-1 为采用查询方式工作的输入接口，地址译码器中 A15～A1 直接接或门输入。

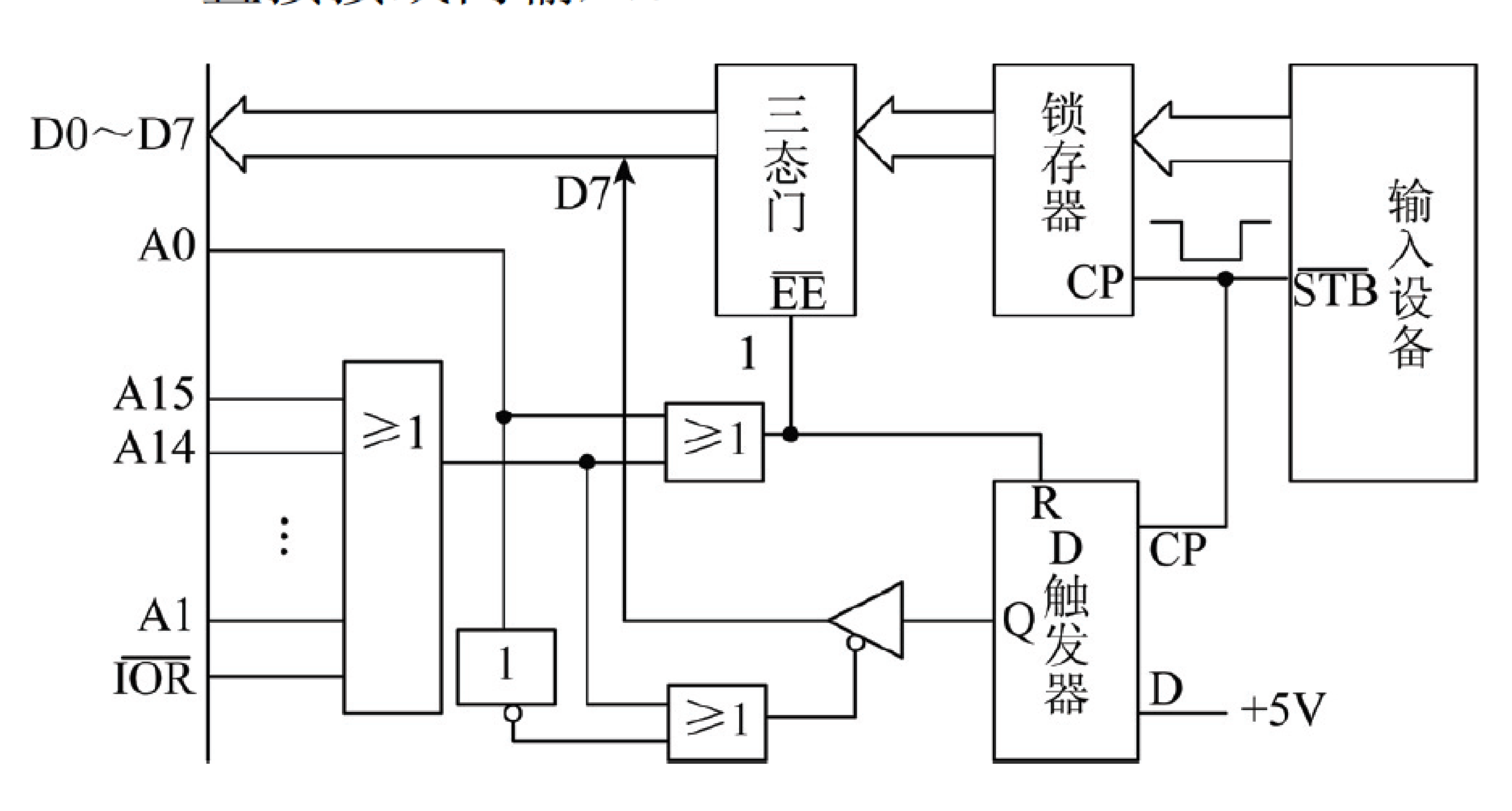


图 3-1　输入接口的电路原理图

【问题 1】（5 分）

输入设备在向接口传送 8 位数据的同时，还传送负脉冲 $\overline{STB}$，该信号的作用是什么？

【问题 2】（3 分）

D 触发器的作用是什么？

【问题 3】（7 分）

用查询方式将输入设备的一个数据读入 CPU 的 BL 中，程序段如下所示，请完成该段 8086 汇编程序，将（1）～（5）的内容填入答题纸上相应的位置。

```
START:   MOV  DX, ____(1)____
NEXT1:   IN   AL, DX
NEXT2:   AND  AL, ____(2)____
         JZ  ____(3)____
         MOV  DX, ____(4)____
         IN   AL, DX
NEXT3:   MOV  ____(5)____, AL
         RET
```

试题四（共 15 分）

阅读以下关于嵌入式软件测试的叙述，回答问题 1 至问题 3，将解答填入答题纸的对应栏内。

【说明】

某嵌入式软件主要用于控制飞机起落架。飞机起落架的可靠性直接关系着机载人员的人身安全。根据载机设备对软件可靠性要求，一般将软件分为 3 级：关键级软件、主要级软件和一般软件。由于该嵌入式软件被定义为关键软件，要求按关键级软件进行测试。

【问题 1】（5 分）

请根据测试要求，简要说明语句覆盖、判定覆盖、条件覆盖、判定/条件覆盖、条件组合覆盖的含义。

【问题 2】（7 分）

根据本题所示的软件关键级别，回答该软件需要做哪几项覆盖测试？要求的覆盖率指标是多少？如果是一般级软件，应做哪几项覆盖测试？

【问题 3】（3 分）

在软件单元测试中，主要测试对象是软件模块，如果被测程序中有多处调用了其他过程代码，测试中应如何处理这些功能的引用？软件的性能测试在测试工作的哪个阶段进行？

试题五（共 15 分）

阅读以下说明和 C 语言代码，回答问题 1 至问题 3，将解答填入答题纸的对应栏内。

【说明】

在实时系统中，许多控制软件需要将数据封装到一个数据结构中，以节省存储空间。对于位操作，使用汇编语言实现其访问比较容易，但会增加编程难度，因此现在普遍采用 C 语言实现。使用高级语言编程要特别注意结构的存储格式以及编译器的特性。本题所使用的编译器对变量按声明顺序分配地址。分析图 5-1 所示的 C 语言代码，回答以下问题。

```
typedef struct
    {  int  A : 16;       //按 16 位字对齐
       char B : 8;
       char C : 8;
       char D : 8;
       char E : 8;
       int  F;            //占 16 位并按 16 位字对齐
    }radartype;
typedef struct
    {  unsigned int X;    //占 16 位并按 16 位字对齐
       unsigned int Y;
       unsigned int Z;
       unsigned int U;
    } datatranstype;
radartype   myRadarData[2]=
{{1,'a','b','c',0,512},{2,'x','y','z',0,1024}};

 void main(void)
 { radartype     *p;
   datatranstype  *q;
    p = myRadarData;
    q = (datatranstype *)p;
    q++;
 }
```

图 5-1　C 语言程序代码

【问题 1】（8 分）

如果处理机按 16 位以大端方式（big_endian）编址，请在图 5-2 所示的存储器图表中填入 myRadarData 数据的存储内容（十六进制表示）。

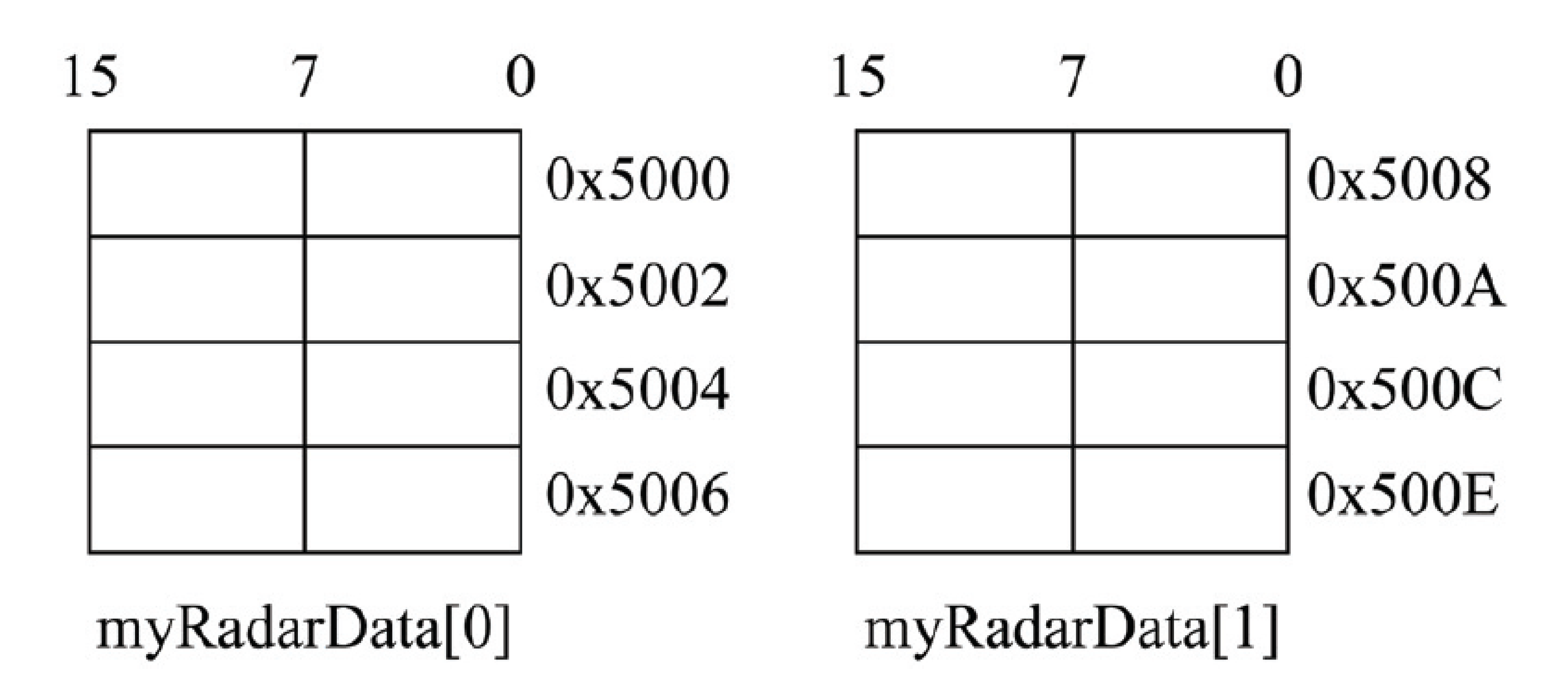


图 5-2 myRadarData 数据存储格式

【问题 2】（4 分）

在图 5-1 所示的程序中，第 22 行的语句执行完成后，下列语句的结果是多少？请将应填入（n）处的内容写在答题纸的对应栏中。

q->X = （1）

q->Y = （2）

q->Z = （3）

q->U = （4）

若再执行一次 q ++，则下列语句的结果又是多少？请将应填入（n）处的内容写在答题纸的对应栏中。

q->X = （5）

q->Y = （6）

q->Z = （7）

q->U = （8）

【问题 3】（3 分）

内存空间常划分为代码段（text）、数据段（data）、bss 段（bss）、堆区（heap）和栈区（stack），那么图 5-1 中 myRadarData 数组的存储空间应分配在哪个段中？指针变量 p、q 应分配在哪个段中?